

論文 / 著書情報
Article / Book Information

| | |
|-------------------|---|
| 論題(和文) | 光導波路によるガラス微小球の励起 |
| Title(English) | Pumping of glass microspheres through optical waveguide |
| 著者(和文) | 溝口啓介, 瀬川浩代, 矢野哲司, 柴田修一 |
| Authors(English) | K. Mizoguchi, H. Segawa, T. Yano, S. Shibata |
| 出典(和文) | 第48回ガラスおよびフォトニクス材料討論会要旨集, Vol. , No. , pp. 150-151 |
| Citation(English) | Abstract of the 48th meeting on glass and photonics materials, Vol. , No. , pp. 150-151 |
| 発行日 / Pub. date | 2007, 11 |

光導波路によるガラス微小球の励起

(東工大院・理工) ○溝口啓介、瀬川浩代、矢野哲司、柴田修一

Pumping of Glass Microspheres through Optical Waveguide / ○Mizoguchi, k., Segawa, H., Yano, T., Shibata, S. (Tokyo Institute of Technology)/ Pumping laser light coupling into glass microsphere has been studied using an Optical waveguide. Ridge and half-buried waveguides were prepared by Sol-Gel method. High coupling efficiency was achieved by $5\ \mu\text{m}$ -core half-buried waveguide. Pumping of microspheres with different wavelengths was also studied.

問合せ:e-mail mizoguchi.k.aa@m.titech.ac.jp

[緒言]微小球光共振器は、物質の界面で起きる全反射を利用して光を共振させることができ、高い光閉じ込め効率 ($Q=10^8$) を持つことで、波長フィルターや多波長レーザー光源への応用が期待されている。微小球共振器の励起媒体として、光導波路があげられる。光導波路は、微小球と一体化した試料として安定して使用することができることや、光集積回路としての応用が可能であることなどの利点があるが、微小球共振器との光結合効率が低いという問題点がある。

本報告では、微小球との光結合効率を増加させることをねらい、リッジ形導波路や、半分埋め込み形導波路と高屈折率ガラス微小球との光結合を検討した。光結合効率は、微小球からの共振ラマン散乱光を測定することで評価する。光源には、CW:Ar⁺レーザー、Ti:Sapphireレーザーを用い、励起波長による影響についても検討している。

[実験]3-メタクリルオキシプロピルトリメトキシシラン (MOPS)、テトラメチルオルトシリケート (TMOS)、チタニウムテトライソプロポキシド (TTIP) を 70:25:5 のモル比で混合し、触媒に希塩酸を用いて加水分解・重縮合反応させゾル溶液を調整した。ゾル溶液をシリカガラス基板にディップコートし、フォトリソグラフィを用いることでリッジ形導波路 ($n=1.490$ ($\lambda=633\text{nm}$)) を作製した。同様にして、MOPS:TMOS:TTIP=70:27:3 のモル比のゾル溶液 ($n=1.483$ ($\lambda=633\text{nm}$)) を調整し、リッジ形導波路の外部にディップコートし、半分埋め込み形導波路を作製した (Fig.1)。作製した光導波路上にBaO-SiO₂-TiO₂系ガラス微小球 ($n_D=1.93$ $\phi=32\ \mu\text{m}$: ユニオン) を設置し、Fig.2 に示す光学系を用いてラマンスペクトルの測定を行った。光源にはCW:Ar⁺レーザー ($\lambda=514.5\text{nm}$) を用いて、シリカガラス光ファイバ (コア径 $9.2\ \mu\text{m}$ 、クラッド径 $125\ \mu\text{m}$: 住友電工)、レンズドファイバ (コーニング) を用いて光を導波路に導入した。微小球からの発光はレンズで集光し、分光器、ICCDに導いた。また、光源にTi:Sapphireレーザー ($\lambda=730\sim 850\text{nm}$) を用いた測定では、入射光は顕微鏡から入射し、入射方向と同じ方向から出射光を検出した。測定には 830nm 以下の波長をカットするエッジフィルターを用いた。

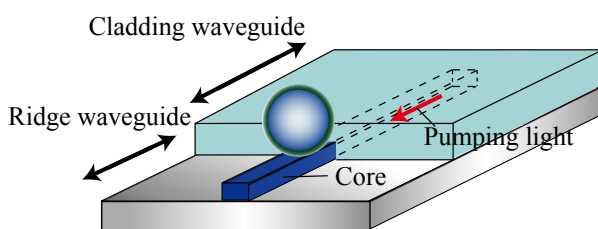


Fig.1 Schematic of half-buried waveguide.

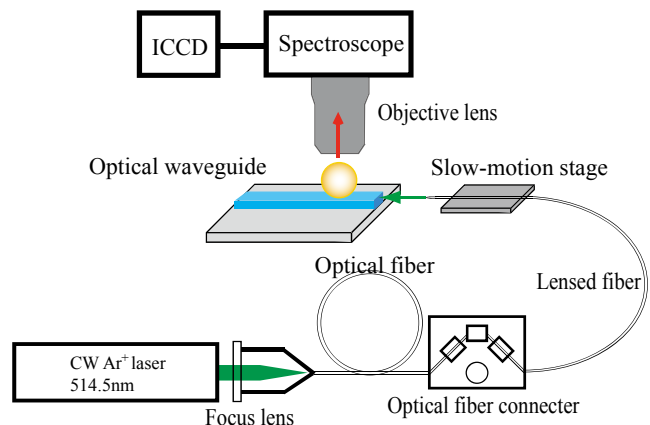


Fig.2 Experimental set up for optical measurement.

[結果と考察]ガラス基板上に作製した導波路のSEM像をFig.3に示す。(a)はリッジ形導波路の断面写真であり、(b)は半分埋め込み形導波路の埋め込み部分とリッジ部分の界面の写真である。(b)の写真でクラッド層の幅が変化しているのは、コアの壁面に沿ってクラッドゾルが上昇する現象が起こったためである。

Fig.4は、CW:Ar⁺レーザー(λ=514.5nm)で励起した際の微小球からのラマンスペクトルを示している。図下部には、使用した光ファイバのラマンスペクトルとリッジ形導波路を用いた際の微小球のラマンスペクトルを示し、上部には使用したガラス微小球のラマンスペクトルと、半分埋め込み形導波路を用いた際の微小球のラマンスペクトルを示している。また、図中に等間隔に刻んである線は、共振ピークの間隔を示しており、微小球の大きさから計算されるモードスペーシングの値と一致する。これはこの共振ピークが微小球由来のものであることを証明している。リッジ形導波路を用いた場合には光ファイバのラマンスペクトルに依存して共振スペクトルが見られ、半分埋め込み形導波路を用いた場合にはガラス微小球のラマンスペクトルに依存して共振スペクトルが見られた。これは、導波路をシングルモードに近づけることで、導波路の外側へ電界分布が広がることにより、導波路から漏れ出した光が微小球へ結合しやすくなり、光結合効率が上がったことによる影響であると考えられる。

結合強度をさらに強くするには、微小球により結合しやすい励起波長の選択が重要な要因となる。Fig.5には、波長可変なTi:Sapphireレーザーで導波路上の微小球を励起した際のラマンスペクトルを載せている。励起レーザーの波長は800~815nmまで変化させた。また、励起光をカットするために、830nm以下の波長はエッジフィルターによりカットした。どの励起波長で励起しても共振スペクトルが観測された。今後は微小球への励起光の結合を強めるために、微小球からの弾性散乱光強度が強くなる波長を探し、微小球を励起する実験をおこなう。

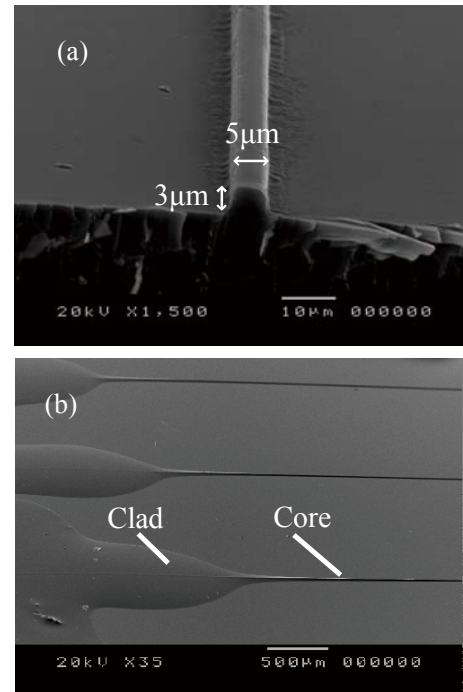


Fig.3 SEM images of waveguides (a) Ridge waveguide (b) Half-buried waveguide.

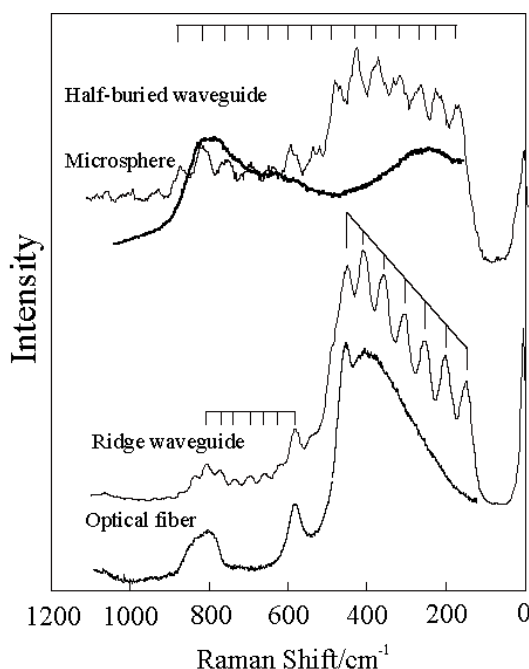


Fig.4 Resonant Raman spectra from glass microspheres with CW:Ar⁺ laser.

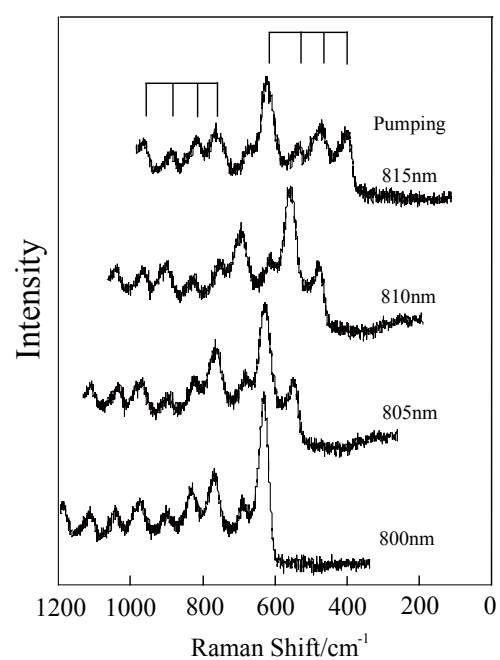


Fig.5 Resonant Raman spectra from glass microspheres with Ti:Sapphire laser.